Publicat inițial în *The Technology Teacher*, Martie 2001, de International Technology Education Association
Traducere, editare și adaptare de Nicolae Sfetcu, www.telework.ro, nicolae@sfetcu.com, 0745526896

STUDIUL VREMII PRIN MAPAREA OCEANELOR CU GPS

Cu excepția cazului în care petreci mult timp pe mare - sau zburând peste ea - este greu de crezut că mult mai multă planetă este sub apă decât deasupra apei. De asemenea, este greu de imaginat că cele mai adânci părți ale oceanului sunt mult mai adânci decât cei mai înalți munți. Dar e adevărat! Este multă apă sărată.

UN SISTEM URIAȘ DE TRANSPORT AL ENERGIEI

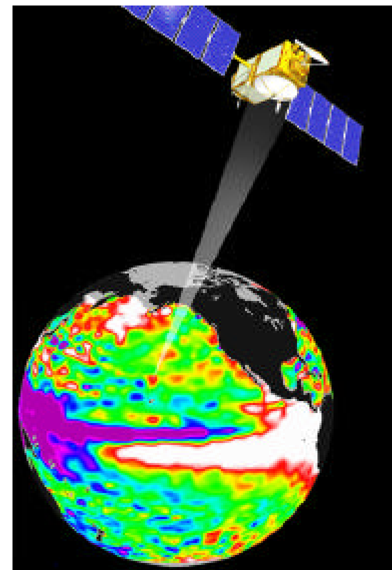
Pe lângă toate algele marine, peștii și balenele care numesc toată această apă casa lor, oceanele dețin, de asemenea, o cantitate imensă de căldură. Primii 3 metri ai oceanului conțin o cantitate de energie termică mai mare decât întreaga atmosferă a Pământului (care se întinde pe sute de kilometri).

Apa din oceanele lumii nu are aceeași temperatură. În unele locuri, ca în apropierea ecuatorului Pământului, apa absoarbe o cantitate mare de energie termică de la Soare. În alte locuri, ca în apropierea polilor nord și sud, apa se răcește, deoarece lumina directă a soarelui nu ajunge în acele locuri.

Apa curge ușor, se mișcă în jurul Pământului, luând căldura dintr-un loc și transportând-o în alt loc. Toată această energie termică în mișcare este cea mai importantă cauză a vremii. Furtuni, ploi, zăpadă, vânt, uragane, secete, vreme caldă, vreme rece - într-un mod foarte complicat, oceanele sunt responsabile de toate acestea. De exemplu, „El Niño” este ceea ce numim cauza pentru care se adună multă apă caldă într-un singur loc din Oceanul Pacific și provoacă vreme neobișnuită în multe locuri din întreaga lume.

SPIONII DIN CER AI VREMII GLOBALE

Pentru a înțelege vremea, trebuie să înțelegem oceanele și modul în care acestea transportă căldura în jurul Pământului. Jason-1 a fost o navă spațială care a orbitat Pământul, studiind oceanele. Va fi lansat în vara anului 2008. A continuat și a extins datele colectate de nava spațială TOPEX/Poseidon, care din 1992 a orbitat Pământul la o altitudine de peste 1300 de kilometri.



Jason-1 a folosit un altimetru pentru a măsura înălțimea suprafeței oceanului. În timp ce nava spațială zbura peste un ocean, altimetrul trimitea un semnal radio pe suprafața apei. Semnalul se reflecta din apă și se întorcea la nava spațială. Măsurând cât durează semnalul radio să revină și măsurând cu precizie locațiile navei spațiale, altimetrul poate determina înălțimea suprafeței oceanului în acel punct. Folosind aceste informații, oamenii de știință pot crea hărți foarte detaliate ale suprafețelor oceanului din întreaga lume. Cu cât suprafața oceanului este mai înaltă, cu atât apa este mai caldă. Altimetrul lui Jason-1 a fost chiar mai sensibil decât TOPEX/Poseidon. La fel ca TOPEX/Poseidon, Jason-1 a avut un instrument numit radiometru care a măsurat și a ținut cont de cantitatea de apă din aer (de exemplu, în nori), care afectează și viteza cu care se deplasează semnalul radio.

Ambele nave spațiale au realizat hărți foarte detaliate ale topografiei oceanelor - adică dealurile și văile de pe suprafața oceanului. Oamenii de știință pot apoi să studieze aceste hărți, să vadă cum se schimbă topografia de la o zi la alta și săptămânal, și să înțeleagă și să prezică mai bine tiparele meteo globale.

UNDE SUNTEM NOI PE PĂMÂNT?

Cum pot aceste nave spațiale să realizeze astfel de hărți exacte? La urma urmei, nu numai că trebuie să cunoască foarte exact înălțimea suprafeței oceanului, ci trebuie să șrie cu o precizie de câțiva centimetri locul în care se află în spațiu față de Pământ.

Sarcina de a afla poziția exactă în orice moment al unui obiect care călătorește cu peste 25.000 kilometri pe oră ar fi extrem de dificilă, chiar și la sol, dar cu TOPEX/Poseidon și Jason-1, nava spațială se află la 1300 de kilometri deasupra noastră în spațiu! Cum este posibil acest lucru?

Există de fapt trei instrumente la bordul TOPEX/ Poseidon și Jason-1 care ajută la măsurarea poziției lor. Unul dintre ele, Global Positioning System Demonstration Receiver (GPSDR), utilizează semnale provenite de la o constelație de 24 de sateliți ai sistemului de poziționare globală (GPS), care au fost lansați anterior în spațiu de către Departamentul de Apărare al Statelor Unite.

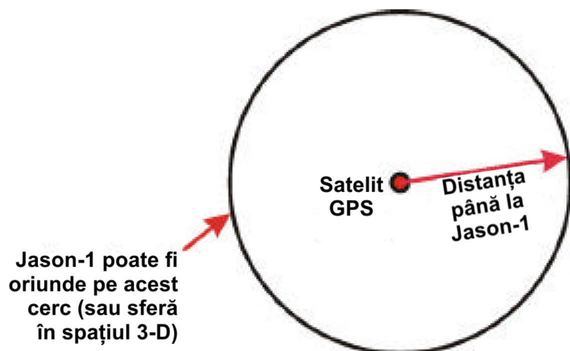
În următoarea activitate, vom explora modul în care Jason-1 va utiliza semnalele venite de la sateliții GPS pentru a afla locația exactă în spațiu.

DE LA CÂT DE REPEDE LA CÂT DE DEPARTE

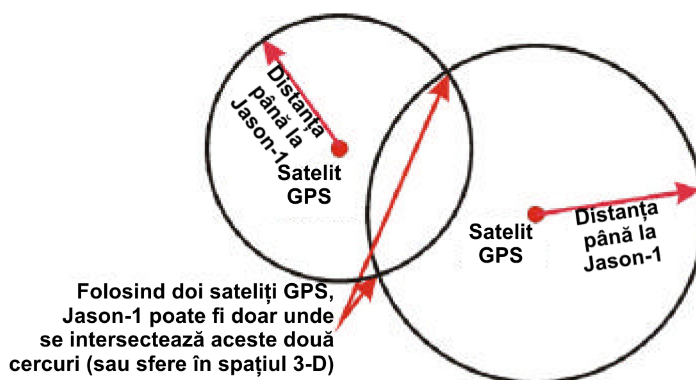
Jason-1 își găsește locația folosind două principii: (1) *distanță vs. timp*, și (2) *triangulare*.

Fiecare satelit GPS emite un semnal radio cu un model unic de repetare. Semnalele radio circulă cu o viteză fixă (viteza luminii), deci într-o anumită perioadă de timp, semnalul parcurge o anumită distanță. Dacă timpul de călătorie este dublat, distanța semnalului parcurs este de asemenea dublată. Dacă știm timpul necesar semnalului pentru a călători de la un satelit GPS la Jason-1, putem calcula distanța de la nava spațială Jason-1 la acel satelit GPS.

Dar dacă folosim un singur satelit GPS, știm doar că locația lui Jason-1 este undeva pe suprafața unei sfere a cărei rază este distanța parcursă de semnal. Ne putem face o idee despre cum arată acest lucru în două dimensiuni folosind cercuri pentru a arăta toate locurile care sunt la o distanță egală de punctul din centru. Punctul reprezintă astfel un satelit GPS, iar cercul reprezintă toate locațiile posibile ale navei spațiale Jason-1.

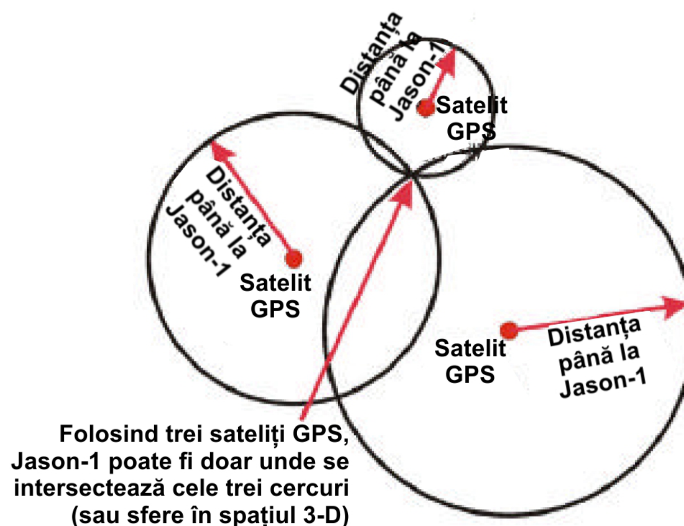


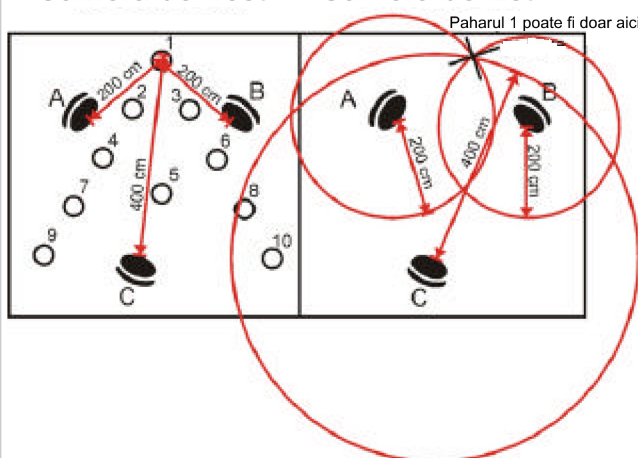
Pentru a identifica locația exactă a lui Jason-1 pe acel cerc, trebuie să primim semnale de la mai mulți sateliți GPS. Dacă folosim doi sateliți, am obține două sfere (sau cercuri în aproximația noastră), reprezentând pozițiile posibile ale lui Jason-1 față de fiecare dintre cei doi sateliți. Observați că cele două cercuri se suprapun în două locuri. Asta înseamnă că Jason-1 ar putea fi în oricare dintre cele două puncte, care ar putea fi distanța corectă a fiecăruia dintre sateliți. Aceasta este mai bine, dar încă nu este suficient.



MAGICUL NUMĂR TREI

Pentru a afla care dintre cele două intersecții este locația corectă, Jason-1 trebuie să utilizeze semnalul de la un al treilea satelit GPS. Observați că în a treia diagramă există un singur punct care este





În „Camera de Vest", măsurați distanța de la fiecare pahar (diferite locații ale lui Jason-1) la fiecare dintre cele trei scaune (sateliții GPS) și înregistrați aceste măsurători într-un tabel de date. În „Camera de Est", folosind tabelul de date, pentru a găsi fiecare poziție a paharelor, utilizați ața pentru a trasa cercuri reprezentând distanța măsurată de la pahar la fiecare scaun, apoi așezați paharul exact în punctul în care cele trei cercuri se intersectează.

intersectat de toate cele trei cercuri. Această metodă de a identifica o locație utilizând distanța cunoscută de la trei puncte diferite se numește *triangulare*.

De fapt, GPS-ul va utiliza minimum patru sateliți pentru a identifica poziția exactă a lui Jason-1 în spațiu. Al patrulea satelit este utilizat pentru sincronizarea ceasurilor dintre Jason-1 și sateliții GPS. Pentru a găsi poziția, trebuie să știți ora precisă, astfel încât al patrulea satelit este folosit pentru timp. Sateliții suplimentari (de la cinci la opt) sporesc acuratețea informațiilor despre poziție.

Pozițiile fiecăruia dintre cei 24 de sateliți GPS sunt cunoscute cu o mare precizie. (Vedeți finalul acestui articol.) Motivul pentru a avea 24 de sateliți GPS în spațiu este să vă asigurați că cel puțin patru dintre aceștia se află în linie cu oricare punct de pe Pământ sau din spațiu în orice moment. Deseori vor fi mult mai mulți decât cel puțin patru sateliți GPS vizibili la un moment dat.

Construiește propriul SPC (Sistem de Poziționare în Cameră)

Putem demonstra în clasă cum funcționează GPS pentru a localiza cu precizie obiecte față de Pământ. Vom împărți clasa în două grupuri. Un grup va folosi triangulația pentru a înregistra pozițiile mai multor obiecte plasate într-o cameră. Folosind măsurătorile din acest prim grup, al doilea grup va încerca să determine amplasarea exactă a obiectelor în prima cameră și să recreeze modelul în a doua cameră.

Facilități și Echipamente Necesare:

Două camere cu trei scaune fiecare
6 gheme de ață
20 pahare de plastic
Metru de 1 sau 2 metri

Procedura:

1. În mijlocul primei camere („Camera de Vest" din ilustrație), aranjați trei scaune în triunghi, fiecare scaun la aproximativ 15 metri de celelalte. Aceste scaune reprezintă locația cunoscută a trei sateliți GPS.
2. Așezați câteva pahare (numerotate 1-10) în jurul camerei. (Asigurați-vă că unele dintre pahare sunt în interiorul triunghiului format din cele trei scaune, iar altele sunt în exterior.) Aceste pahare reprezintă locația exactă a navei spațiale Jason-1 în momente diferite.
3. Desenați locațiile scaunelor și paharelor pe o bucată de hârtie pentru referință.
4. Așezați câte un elev pe fiecare scaun din triunghi (etichetate A, B și C) și puneți-i să țină câte un ghem de ață.
5. Pentru fiecare pahar, întindeți ața de la fiecare scaun (satelit GPS) la pahar (o locație a navei spațiale Jason-1) și măsurați lungimea aței folosind metrul. Înregistrați această distanță pe o diagramă de date ca Pahar nr. 1: A = _cm, B = _cm și C = _cm, etc., pentru fiecare pahar.
6. Odată ce locațiile celor 10 pahare au fost obținute, treceți diagrama de date în camera următoare („Camera de Est" din ilustrație), care are și trei scaune plasate în centrul acesteia într-un mod triunghiular similar.

Pahar #	Distanța până la scaun (cm)		
	A	B	C
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

7. Folosind cele trei măsurători ale distanței (A, B, C) pentru fiecare pahar, cereți elevilor din a doua cameră să încerce să recreeze locațiile exacte ale celor 10 pahare din prima cameră.
8. Odată ce toate cele 10 pahare sunt plasate, comparați amplasamentul cu diagrama de referință care a fost desenată din prima cameră.

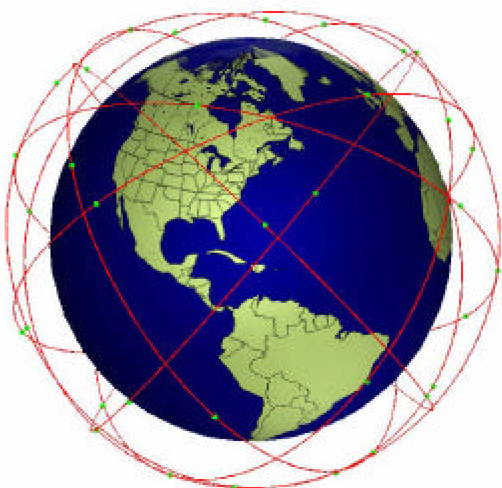
ÎNTREBĂRI:

1. În demonstrație, ce au reprezentat cele trei scaune?
2. Ce au reprezentat paharele?
3. Ce au reprezentat lungimile ațelor A, B și C pentru fiecare pahar?
4. În ce fel este diferită triangularea GPS din viața reală față de modelul nostru din clasă?

RĂSPUNSURI:

1. *Pozițiile cunoscute ale celor trei sateliți GPS.*
2. *Diferite locații posibile ale navei spațiale Jason-1 în timp.*
3. *Distanța de la satelitul GPS la nava spațială Jason-1, în funcție de timpul necesar semnalului GPS pentru a ajunge la Jason-1.*
4. *Sunt necesare doar trei puncte de referință pentru a localiza un obiect staționar prin metoda de triangulare. Cu toate acestea, atunci când obiectele se mișcă foarte repede unul față de celălalt, timpul precis al fiecărei măsurători este foarte important. De aici, necesitatea celui de-al patrulea satelit.*

CUM FUNCȚIONEAZĂ SISTEMUL DE POZIȚIONARE GLOBALĂ



Imaginea arată distribuția mai multor sateliți pe orbită în jurul pământului. Cu toate acestea, sateliții GPS sunt mult mai departe decât cei arătați în această imagine. Dacă măsurați lățimea (diametrul) Pământului din imagine, sateliții GPS orbitează la aproximativ o dată și jumătate față de acea distanță de la Pământ.

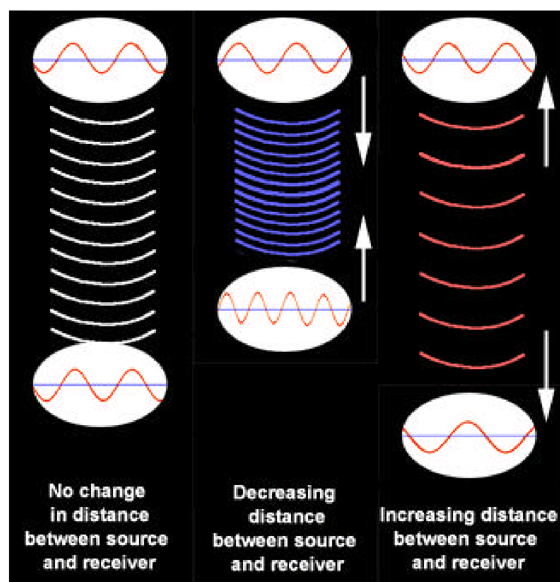
Cei 24 de sateliți GPS călătoresc pe șase orbite circulare diferite (patru sateliți care au aceeași orbită), înclinați la 55 de grade față de ecuator. Astfel, în orice moment, orice loc de pe pământ sau din spațiu poate fi în linia directă a sitului a cel puțin șase sateliți GPS din apropiere. Triangularea poate fi realizată atâta timp cât locația în cauză poate trasa o linie dreaptă neobstrucționată către cel puțin patru sateliți GPS.

Fiecare satelit orbitează la o altitudine de cca 17.700 km. Această altitudine a fost aleasă astfel încât fiecare satelit să orbiteze o dată la 12 ore, sau de două ori pe zi. GPS-ul este format din trei părți:

1. Sateliții.
2. Stațiile de control la sol.
3. Receptoare GPS pentru utilizatorul final.

IMPORTANT

1. Douăzeci și patru de sateliți GPS pe orbita medie a Pământului au fiecare ceasuri atomice la bord pentru o precizie mai bună.
2. Stațiile terestre urmăresc locațiile exacte ale fiecărui satelit GPS și păstrează ceasurile atomice sincronizate între ele.
3. Fiecare satelit GPS transmite o poziție precisă și un semnal de timp. Receptoarele GPS de pe alți sateliți, cum ar fi Jason-1, nu numai că primesc informații despre poziție și timp de la semnal, dar iau în considerare și efectul Doppler asupra semnalului în sine. Adică, atunci când doi sateliți (de exemplu, un satelit GPS și Jason-1) se apropie unul de celălalt, semnalul radio de la satelitul de recepție apare puțin contractat. Dacă cei doi sateliți se îndepărtează unul de altul, semnalul radio primit apare puțin lărgit. Satelitul receptor „știe” cum ar trebui să arate semnalul (adică lungimea de undă când a fost transmis), astfel încât efectul Doppler spune cât de repede și în ce direcție se mișcă relativ cei doi sateliți unul față de celălalt.



Receptorul (precum cel de pe Jason-1) măsoară întârzierea semnalului care ajunge la el (precum și efectul Doppler). Această întârziere este măsura directă a distanței până la satelit. Măsurătorile colectate simultan de la patru (sau mai mulți) sateliți sunt procesate pentru a rezolva cele trei dimensiuni ale poziției, vitezei și timpului.

CE ALTCEVA MAI POATE FACE GPS?

Puteți accesa site-ul internet http://gpshome.ssc.nasa.gov și puteți afla cum se utilizează GPS în întreaga lume. Încercați să scrieți o listă cu 5 până la 10 utilizări diferite. Împărțiți-le în următoarele categorii și descrieți-le:

Locație: Determinarea unei poziții de bază

Navigare: Din o locație în alta

Urmărire: Monitorizarea deplasării oamenilor și lucrurilor

Mapare: Crearea hărților globale.

Timp: Sincronizare precisă la nivel global.

De asemenea, puteți găsi tutoriale interactive foarte bune despre GPS pe Internet.

La acest articol a contribuit de Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, reflectând cercetările efectuate în baza unui contract cu National Aeronautics and Space Administration. A fost scrisă de Enoch Kwok și Diane Fisher. Domnul Kwok este profesor și consultant la liceu. Dna Fisher este o scriitoare de știință și tehnologie și proiectantă la The Space Place, un site web cu activități distractive și educaționale legate de spațiu la http://spaceplace.jpl.nasa.gov

Pentru mai multe despre oceane și El Niño, accesați http://spaceplace.jpl.nasa.gov/topex_make1.htm

Pentru mai multe informații despre misiunea Jason-1, consultați http://topex-www.jpl.nasa.gov/jason1/. Traducere, editare și adaptare de Nicolae Sfetcu, www.setthings.com

PDF: https://www.setthings.com/ro/e-books/studiul-vremii-prin-maparea-oceanelor-cu-gps/